

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-167416

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) Int.Cl.⁶H 0 1 M 8/02
4/86
8/10

識別記号

E 9444-4K
M
9444-4K

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平6-309375

(22) 出願日

平成6年(1994)12月14日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 柳内 一樹

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

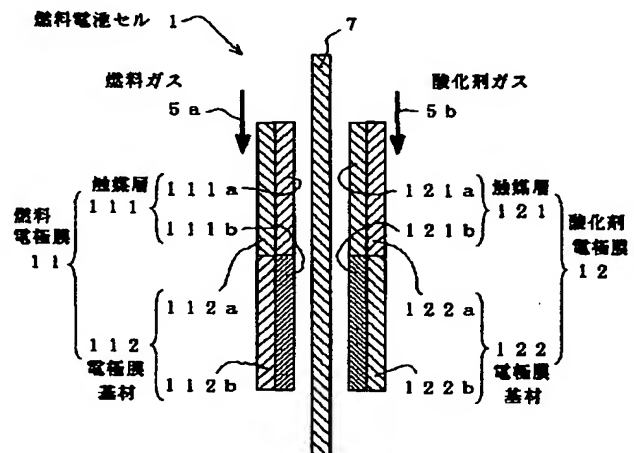
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セル

(57) 【要約】

【目的】 酸化剤電極膜内に過度の生成水の滞留が発生することの無い固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを提供する。

【構成】 燃料電池セル1は、従来例に対して、燃料電極膜11と酸化剤電極膜12とを用いている。燃料電極膜11は、0.4 [mm] 厚さのカーボンペーパーを用い、燃料ガス5aの通流方向に2分割された電極膜基材112と、上流側の電極膜基材上には0.02 [mm] 厚さ、下流側の電極膜基材上には0.03 [mm] 厚さとした、白金触媒とフッ素樹脂とからなる多孔質の触媒層111とを有している。酸化剤電極膜12は、0.4 [mm] 厚さのカーボンペーパーを用い、酸化剤ガス5bの通流方向に2分割された電極膜基材122と、上流側の電極膜基材上には0.02 [mm] 厚さ、下流側の電極膜基材上には0.03 [mm] 厚さとした、白金触媒とフッ素樹脂とからなる多孔質の触媒層121とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルであって、シート状の固体高分子電解質膜と、この固体高分子電解質膜の両主面のそれぞれに接合されるシート状の燃料電極膜およびシート状の酸化剤電極膜とを備え、それぞれの燃料電極膜および酸化剤電極膜は、燃料ガスまたは酸化剤ガスを触媒層に供給する経路を提供すると共に集電体としての機能を有する多孔質でシート状の電極膜基材と、電極膜

基材の一方の側面側のほぼ全面に平面的に担持された触媒層とを有し、それぞれの触媒層側で固体高分子電解質膜の両主面のそれぞれに密着され、反触媒層側である他方の側面側には燃料ガスおよび酸化剤ガスがそれぞれ通流されるものである固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルにおいて、

少なくとも酸化剤電極膜が有する触媒層は、触媒層の持つ触媒の担持量が、触媒層の面方向の場所により異なることを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セル。

【請求項2】請求項1に記載の固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルにおいて、

触媒層の持つ触媒の担持量は、通流される酸化剤ガスの出口の近傍に在る触媒層において、酸化剤ガスの入口の近傍に在る触媒層よりも多いことを特徴とする固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、固体高分子電解質型燃料電池に使用される燃料電池セルに係わり、酸化剤電極膜内に生成水が過度に滞留するのを防止するように改良されたその構成に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は水素と酸素とを利用して直流電力を発生する一種の発電装置であり、すでによく知られているとおり、他のエネルギー機関と比較して、電気エネルギーへの変換効率がよく、しかも、炭酸ガスや窒素酸化物等の大気汚染物質の排出量が少ないことから、いわゆるクリーン・エネルギー源として期待されている。この燃料電池としては、使用される電解質の種類により、固体高分子電解質型、りん酸型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型などの各種の燃料電池が知られている。

【0003】近年、内燃機関と比較して、燃料電池は、排気ガスによる大気汚染度が低いこと、運転時の発生音が小さいこと等の大きな特徴を持つことから、燃料電池を自動車等の車両の駆動に用いる駆動用電動機用の車載電源として利用することが考えられるようになってきている。燃料電池を車載電源として利用する際には、電源システムが可能な限り小形であることが望ましく、このような観点から、各種の燃料電池の内でも固体高分子電解質型燃料電池が注目されるようになってきている。

【0004】固体高分子電解質型燃料電池は、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を有する高分子樹脂膜を飽和に含水させると、低い抵抗率を示してプロトン導電性電解質として機能することを利用した燃料電池である。この分子中にプロトン交換基を有する高分子樹脂膜（以降、固体高分子電解質膜または単にPE膜と略称することがある。）としては、パーフルオロスルホン酸樹脂膜（例えば、米国のデュポン社製、商品名ナフィオン膜）を代表とするフッ素系イオン交換樹脂膜が現時点では著名であるが、この他に、炭化水素系イオン交換樹脂膜、複合膜等が用いられている。これ等の固体高分子電解質膜（PE膜）は、飽和に含水されることにより、常温で20〔Ω・cm〕以下の抵抗率を示し、いずれも、プロトン導電性電解質として機能する膜である。

【0005】この固体高分子電解質型燃料電池のシステムは、一般に、図4にその概念図を示す電池本体8を中核として構成されている。電池本体8は、シート状のPE膜7と、このPE膜7の両主面のそれぞれに接合されたシート状の燃料電極（アノード）膜61、およびシート状の酸化剤電極（カソード）膜62とからなる燃料電池セルを、通常は複数積層して構成されている。それぞれの燃料電極膜61および酸化剤電極膜62は、触媒層61a、62aと、触媒層61a、62aを担持し、燃料ガス（水素、あるいは水素を高い濃度で含むガス。）または酸化剤ガス（酸素、あるいは空気のように酸素を高い濃度で含むガス。）を触媒層61a、62aに供給および排出すると共に、集電体としての機能を有する多孔質の電極膜基材（使用材料としては、例えば、カーボンペーパーが用いられる。）61b、62bとから構成されており、触媒層61a、62aがPE膜7の両主面のそれぞれに密着されている。

【0006】上記の構成を持つ燃料電池セルを用いた電池本体8においては、燃料電極膜61には燃料ガスを、また、酸化剤電極膜62には酸化剤ガスを供給するのであるが、これ等の反応ガス（燃料ガスと酸化剤ガスとを総称する場合には、このように言うことが有る。）は、加湿して水蒸気を含んだ状態にして供給される。その理由は、PE膜7は、前記したように、飽和に含水されることでプロトン導電性電解質として機能する膜であるが、逆のことを言えば、PE膜7は乾燥されてその含水量が低減されると、プロトン導電性が低下してその抵抗率が増大してしまう膜であるからである。燃料電極膜61、酸化剤電極膜62に反応ガスが供給されると、それぞれの電極膜61、62に備えられた触媒層61a、62aと、PE膜7との界面に、気相（燃料ガスまたは酸化剤ガス）・液相（液状のH₂O）・固相（燃料電極、酸化剤電極が持つ触媒）の三相界面が形成され、電気化学反応を生じさせることで直流電力を発生させている。なお、触媒層61a、62aは、多くの場合に、微小な粒子状の白金触媒とは水性を有するフッ素樹脂とから

形成されており、しかも層内に多数の細孔が形成されるようにすることで、反応ガスの三相界面までの効率的な拡散を維持すると共に、十分広い面積の三相界面が形成されるように構成されている。

【0007】この三相界面では、次記する電気化学反応が生じる。まず、燃料電極膜 61 側では (1) 式による反応が起こる。

【0008】

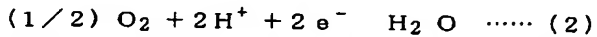
【化 1】



また、酸化剤電極膜 62 側では (2) 式による反応が起こる。

【0009】

【化 2】



すなわち、この反応の結果、燃料電極膜 61 で生成された H^+ イオン (プロトン) は、PE 膜 7 中を酸化剤電極膜 62 に向かって移動し、また、電子 (e^-) は負荷装置 9 を通って酸化剤電極膜 62 に移動する。一方、酸化剤電極膜 62 では、酸化剤ガス中に含有される酸素と、PE 膜 7 中を燃料電極膜 61 から移動してきた H^+ イオンと、負荷装置 9 を通って移動してきた電子とが反応し、 H_2O (水蒸気) が生成される。かくして、電池本体 8 は、水素と酸素とを得て直流電力を発生し、そうして、副生物として H_2O (水蒸気) を生成している。

【0010】ところで、燃料電池セルは、それぞれ別個に準備された PE 膜 7 と、燃料電極膜 61 と、酸化剤電極膜 62 とを、触媒層 61a、62a を PE 膜 7 の互いに異なる主面に対向させるようにして重ね合わせ、加熱・加圧を行って接合するようしている。このようにして得られた燃料電池セルは図 5 と、図 6 内に示す構造・形状を備えている。ここで図 5 は、図 4 に示した電池本体に用いられる従来例の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図である。すなわち、燃料電池セル 6 は、薄い厚さを持つ矩形状をなしており、これに用いられている PE 膜 7 は、燃料電極膜 61 と酸化剤電極膜 62 の面方向の外形状より大きい面方向の外形状を持つものであり、従って、燃料電極膜 61 ならびに酸化剤電極膜 62 の周辺部には、PE 膜 7 の端部との間に図 5、図 6 中に示すように PE 膜 7 の露出面が存在している。この燃料電池セル 6 の厚さ寸法は、多くの場合に 1 [mm] 程度あるいはそれ以下であり、また、その場合の燃料電池セル 6 を構成している PE 膜 7 の厚さ寸法は、0.1 [mm] ~ 0.2 [mm] 程度である。

【0011】この燃料電池セル 6 は、図 6 に示した構成を持つ単位燃料電池装置 5 に組み込まれ、この単位燃料電池装置 5 の必要とする個数を積層して、電池本体 8 が形成されるのである。ここで図 6 は、図 5 に示した燃料電池セルを用いて構成された一般例の単位燃料電池装置

を模式的に示した要部の側面断面図である。なお、図 6 中には、図 5 で付した符号については、代表的な符号のみを記した。図 6 において、単位燃料電池装置 5 は、燃料電池セル 6 と、この燃料電池セル 6 の一方の側面に配設されて燃料ガス 5a を通流させる溝 51a を複数持つセパレータ 51 と、燃料電池セル 6 の他方の側面に配設されて酸化剤ガス 5b を通流させる溝 52a を複数持つセパレータ 52 と、例えば、Oリング等のシール体 53 とが備えられている。それぞれのセパレータ 51、52 は、PE 膜 7 の露出している周辺部で、シール体 53 を介して燃料電池セル 6 を挟むようにして配設されている。なお、シール体 53 は、セパレータ 51、52 の溝 51a、52a 中に通流する反応ガスが、通流路外に漏れ出るのを防止する役目を負うものであり、それぞれのセパレータ 51、52 の周縁部に形成された溝 51b、52b 中に嵌め込まれて装着されている。

【0012】燃料電池セル 6 に供給される反応ガスは、その供給側を重力方向に対して上側に、その排出側を重力方向に対して下側になるように配置されるのが一般である。これは、燃料電池セル 6 においては、前記したように、発電時の副生物として水蒸気が生じられるが、この水蒸気のために、下流側の反応ガスほど多量に水蒸気含有されることとなり、この結果、排出端付近の反応ガスでは過飽和に相当する水蒸気が凝結して液体状態の水として存在することとなる可能性が有るためである。反応ガスの供給側を重力方向に対して上側に、反応ガスの排出側を重力方向に対して下側になるように配置することで、凝結した水は、反応ガス通流用の溝 51a、52a 中を重力により自力で流下できるので、それぞれの単位燃料電池装置 5 からの凝結した水の除去が容易になるのである。

【0013】ところで、燃料電池セル 6 で行われる前記の (1) 式、(2) 式で記述した電気化学反応は、発熱反応である。従って、燃料電池セル 6 で (1) 式、

(2) 式による電気化学反応によって発電を行う際には、発生される直流電力値とほぼ同等値の熱が発生することも避けられないものである。このために、単位燃料電池装置 5 を用いて電池本体 8 を構成する場合には、燃料電池セル 6 から熱を除去するための、図示しない冷却手段が組み込まれる。これにより、燃料電池セル 6 は、70 [°C] から 80 [°C] 程度の温度条件で運転されるのが一般である。

【0014】そうして、従来技術の燃料電池セル 6 の一例を具体的に示すと、PE 膜 7 としては、厚さ寸法が 0.17 [mm] のナフィオン膜が用いられている。電極膜基材 61b、62b としては、厚さ寸法が 0.4 [mm] のカーボンペーパーが用いられている。また、白金黒を 20 [%] 担持したカーボン粉末とポリテトラエチレンのディスパーション混合液を、前記の電極膜基材 61b、62b に 0.025 [mm] の均一の厚さに

付着させ、真空乾燥器によって24[h]乾燥を行った後、365[℃]で15[min]の間焼成している。これにより、電極膜基材61b、62b上に触媒層61a、62aが形成された、燃料電極膜61および酸化剤電極膜62を得ている。この燃料電極膜61と酸化剤電極膜62とを、触媒層61aと触媒層62aとの側でPE膜7を間に挟んだ挟持体を、120[℃]、3.5[MPa]の条件で、15[min]の間加熱・加圧して両膜を接合し、燃料電池セル6を得ている。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来技術による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを用いて、所望の発電性能を備える固体高分子電解質型燃料電池を得ることができているが、次記するような問題点が残存している。すなわち、前述したように、燃料電池セルで生じている電気化学反応は、酸化剤電極膜で水蒸気が副生される反応であり、この水蒸気は主に酸化剤電極膜から酸化剤ガス中に排出される。このために、酸化剤ガス中の水蒸気量は、燃料電池セルの入口部で最も少なく、燃料電池セルを通過するに従って順次増加して行く。その際、生成水を酸化剤電極膜から酸化剤ガス中に排出し易くするためには、酸化剤電極膜内の水蒸気圧力値を酸化剤ガス中の水蒸気圧力値よりも高くすることが望ましいものである。

【0016】酸化剤電極膜の温度が均一であるとする、上記した理由により、燃料電池セルからの出口部近傍では、酸化剤ガス中の水蒸気量が多くなるために、酸化剤ガスの水蒸気圧力値は高くなる。このために、出口部近傍の酸化剤電極膜からの生成水の排出が困難となる。さらに、酸化剤ガス中の水蒸気圧力値が飽和水蒸気圧に到達してしまった場合（前記の理由により、出口部近傍において発生する確率が高い。）には、酸化剤電極膜からの生成水の排出が停止状態となるために、反応によって生成された水蒸気が凝縮して液状となった生成水が、酸化剤電極膜内に多量に滞留されることになる。酸化剤電極膜内に生成水が多量に滞留されると、触媒層内の細孔が生成水によって充満されてしまうと、電極膜基材に形成されている空隙の少なくとも一部が生成水によって充満されてしまう事態となる。こうなると、酸化剤電極膜内での酸化剤ガスの拡散が阻害されることになり、前述した燃料電池セルにおける反応が低下し、燃料電池セルの発電性能の低下を招くことに到る。

【0017】酸化剤電極膜内に生成水が多量に滞留されるのを防止する策として、燃料電池セルに供給する酸化剤ガスに含ませる水蒸気量を減らすことが考えられるが、この場合には、含ませる水蒸気量を減らし過ぎることによってPE膜が乾燥してしまうと、PE膜の抵抗率が增大することによって燃料電池の出力特性の低下を招く恐れが生じるので、酸化剤ガスの加湿度の調整・管理が大変困難になるという新たな問題が発生する。

【0018】この発明は、前述の従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、酸化剤電極膜内に過度の生成水の滞留が発生することの無い、固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】この発明では前述の目的は、

1) 燃料ガスおよび酸化剤ガスの供給を受けて直流電力を発生する燃料電池セルであって、シート状の固体高分子電解質膜と、この固体高分子電解質膜の両主面のそれぞれに接合されるシート状の燃料電極膜およびシート状の酸化剤電極膜とを備え、それぞれの燃料電極膜および酸化剤電極膜は、燃料ガスまたは酸化剤ガスを触媒層に供給する経路を提供すると共に集電体としての機能を有する多孔質でシート状の電極膜基材と、電極膜基材の一方の側面側のほぼ全面に平面的に担持された触媒層とを有し、それぞれの触媒層側で固体高分子電解質膜の両主面のそれぞれに密着され、反触媒層側である他方の側面側には燃料ガスおよび酸化剤ガスがそれぞれ通流されるものである固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルにおいて、少なくとも酸化剤電極膜が有する触媒層は、触媒層の持つ触媒の担持量が、触媒層の平方向の場所により異なる構成とすること、または、

2) 前記1項に記載の手段において、触媒層の持つ触媒の担持量は、通流される酸化剤ガスの出口の近傍に在る触媒層において、酸化剤ガスの入口の近傍に在る触媒層よりも多い構成とすること、により達成される。

【0020】

【作用】前記の(1)式、(2)式に示した電気化学反応は、前述したように触媒が係わって行われる反応であるから、この電気化学反応の際に発生される熱量は、燃料電池セルの触媒の担持量に対応して発生されるものである。この発明は、この点に着目して行われたものである。

【0021】すなわち、この発明においては、固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルにおいて、少なくとも酸化剤電極膜が有する触媒層は、触媒層の持つ触媒の担持量が、例えば、通流される酸化剤ガスの出口の近傍に在る触媒層が持つ触媒の担持量を、酸化剤ガスの入口の近傍に在る触媒層が持つ触媒の担持量よりも多くする等、触媒層の面方向の場所により異なる構成とすることにより、少なくとも酸化剤電極膜では、触媒の担持量の関係で、反応ガスの入口の近傍に対して、反応ガスの出口の近傍における発熱量が増大されることになる。

【0022】これにより、酸化剤ガスの出口部付近における酸化剤電極膜の運転時温度を、酸化剤ガスの入口部付近の酸化剤電極膜の運転時温度と比較して、出口部近傍の酸化剤電極膜からの生成水の排出が容易となるレベルに高くなし得ることで、酸化剤ガスの出口側近傍の酸

化剤電極膜から酸化剤ガスへの生成水の排出能が向上されることになる。

【0023】また、反応ガス、例えば、酸化剤ガス中の酸素は、燃料電池セルにおける電気化学反応によって消費されるために、酸化剤ガス中の酸素濃度は、入口部近傍の酸化剤ガスに対して出口部近傍の酸化剤ガスでは低下するものである。前記の構成を備えるこの発明の燃料電池セルが持つ少なくとも酸化剤電極膜では、反応ガスの出口の近傍における電気化学反応の反応能が増大されるために、例えば酸素濃度が低下した出口部近傍の反応ガスであっても、入口部近傍における電気化学反応度とほぼ同様の電気化学反応度を維持できて、燃料電池セル面の反応ガス通流方向における電気化学反応度をほぼ均一にできることになる。

【0024】

【実施例】以下この発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。図2は、この発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図である。（後記する異なる実施例等と区別する場合には、実施例 ということがある。）図2において、図5に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0025】図2において、2は、図5に示した従来例による燃料電池セル6に対して、酸化剤電極膜62に替えて、酸化剤電極（カソード）膜12を用いるようにした燃料電池セルである。酸化剤電極膜12は、図5中に示した従来例の燃料電池セル6が持つ酸化剤電極膜62に対して、触媒層62aに替えて触媒層121を、電極膜基材62bに替えて電極膜基材122を用いるようにしている。

【0026】電極膜基材122は、電極膜基材62bと同様に、多孔質の電極膜基材として厚さ寸法が0.4

【mm】のカーボンペーパーが用いられているが、図2中に示したように、酸化剤ガス5bが通流される方向に沿って、電極膜基材122a、122bにそれぞれ2分割されている。そうして、反応ガスの上流側の電極膜基材122aには、従来例の場合と同一内容のディスパーション混合液を、0.02【mm】の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24【h】乾燥を行った後、365【℃】で15【min】の間焼成して、触媒層121aを形成している。

【0027】また、反応ガスの下流側の電極膜基材122bには、従来例の場合と同一内容のディスパーション混合液を、0.03【mm】の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24【h】乾燥を行った後、365【℃】で15【min】の間焼成して、触媒層121bを形成している。そうして、触媒層121aと触媒層121bとで触媒層121を形成している。

【0028】これ等の、燃料電極膜61および酸化剤電

極膜12とを、触媒層61aと触媒層121との側でPE膜7を間に挟んだ挟持体を、120【℃】、3.5

【MPa】の条件で、15【min】の間加熱・加圧して両膜を接合し、燃料電池セル2を得ている。図2に示す実施例では前述の構成としたので、酸化剤電極膜12では、触媒の担持量の関係で、酸化剤ガス5bの入口の近傍に対して、酸化剤ガス5bの出口の近傍における発熱量が増大されることになる。このため、酸化剤ガス5bの出口部近傍における酸化剤電極膜12の運転時温度を、酸化剤ガス5bの入口部近傍の酸化剤電極膜12の運転時温度と比較して、出口部近傍の酸化剤電極膜12からの生成水の排出が容易となるレベルに積極的に高くなし得る。これにより、酸化剤ガス5bの出口部近傍の酸化剤電極膜12から酸化剤ガス5bへの生成水の排出能が向上されることになる。また、酸化剤ガス5bの出口の近傍における電気化学反応の反応能が増大されるために、酸素濃度が低下した出口部近傍の酸化剤ガス5bであっても、入口部近傍における電気化学反応度とほぼ同様の電気化学反応度を維持できる。このため、燃料電池セル2の表面の酸化剤ガス5b通流方向における電気化学反応度の均一度を改善できることになる。

【0029】図1は、この発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図である。（他の実施例と区別する場合には、実施例 ということがある。）図1において、図2に示したこの発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セル、図5に示した従来例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0030】図1において、1は、図2に示したこの発明の一実施例による燃料電池セル2に対して、燃料電極膜61に替えて、燃料電極（アノード）膜11を用いるようにした燃料電池セルである。燃料電極膜11は、図2、図5中に示した燃料電極膜61に対して、触媒層61aに替えて触媒層111を、電極膜基材61bに替えて電極膜基材112を用いるようにしている。

【0031】電極膜基材112は、電極膜基材61bと同様に、多孔質の電極膜基材として厚さ寸法が0.4

【mm】のカーボンペーパーが用いられているが、図1中に示したように、燃料ガス5aが通流される方向に沿って、電極膜基材112a、112bに2分割されている。そうして、反応ガスの上流側の電極膜基材112aには、従来例の場合と同一内容のディスパーション混合液を、0.02【mm】の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24【h】乾燥を行った後、365

【℃】で15【min】の間焼成して、触媒層111aを形成している。

【0032】また、反応ガスの下流側の電極膜基材112bには、従来例の場合と同一内容のディスパーショ

ン混合液を、0.03 [mm] の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24 [h] 乾燥を行った後、365 [°C] で15 [min] の間焼成して、触媒層111bを形成している。そうして、触媒層111aと触媒層111bとで触媒層111を形成している。

【0033】これ等の、燃料電極膜11および酸化剤電極膜12とを、触媒層111と触媒層121との側でPE膜7を間に挟んだ挟持体を、120 [°C]、3.5

[MPa] の条件で、15 [min] の間加熱・加圧して両膜を接合し、燃料電池セル1を得ている。図1に示す実施例では前述の構成としたので、図2に示した実施例における構成に加えて、燃料電極膜11でも、触媒の担持量の関係で、燃料ガス5aの入口の近傍に対して、燃料ガス5aの出口の近傍における発熱量が増大されることになる。燃料電極膜11と酸化剤電極膜12とが共に、反応ガスの出口部近傍における発熱量が、反応ガスの入口部近傍における発熱量よりも増大されることにより、酸化剤ガス5bの出口部近傍における酸化剤電極膜12の運転時温度の、酸化剤ガス5bの入口部近傍の酸化剤電極膜の運転時温度に対する温度差を、図2に示した実施例の場合よりも高くすることが可能となる。これにより、出口部近傍の酸化剤電極膜12から酸化剤ガス5bへの生成水の排出能が一層向上されることになる。また、酸化剤ガス5bに対する場合に加えて、燃料ガス5aの出口の近傍における電気化学反応の反応能も増大されるために、水素濃度が低下した出口側付近の燃料ガス5aであっても、入口側付近における電気化学反応度とほぼ同様の電気化学反応度を維持できる。このため、燃料電池セル2の両表面の反応ガス通流方向における電気化学反応度をほぼ均一にできることになる。

【0034】図3は、この発明のさらに異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図である。

(他の実施例と区別する場合には、実施例 ということがある。) 図3において、図5に示した従来例による燃料電池セルと同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0035】図3において、3は、図5に示した従来例による燃料電池セル6に対して、燃料電極膜61および酸化剤電極膜62に替えて、それぞれ、燃料電極(アノード)膜31および酸化剤電極(カソード)膜32を用いるようにした燃料電池セルである。燃料電極膜31は、図5中に示した従来例の燃料電池セル6が持つ燃料電極膜61に対して、触媒層61aに替えて触媒層311を、電極膜基材61bに替えて電極膜基材312を用いるようにしている。また、酸化剤電極膜32は、図5中に示した従来例の燃料電池セル6が持つ酸化剤電極膜62に対して、触媒層62aに替えて触媒層321を、電極膜基材62bに替えて電極膜基材322を用いるようにしている。

【0036】それぞれの電極膜基材312、322は、電極膜基材61b、62bと同様に、多孔質の電極膜基材として厚さ寸法が0.4 [mm] のカーボンペーパーが用いられているが、図3中に示したように、燃料ガス5aおよび酸化剤ガス5bが通流される方向に沿って、電極膜基材312a、312b、312c、および、電極膜基材322a、322b、322c、にそれぞれ3分割されている。そうして、反応ガスの上流側のそれぞれの電極膜基材312a、322aには、従来例の場合と同一内容のディスパージョン混合液を、0.02 [mm] の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24 [h] 乾燥を行った後、365 [°C] で15 [min] の間焼成して、触媒層311a、321aを形成している。

【0037】また、反応ガスの中流域のそれぞれの電極膜基材312b、322bには、従来例の場合と同一内容のディスパージョン混合液を、0.025 [mm] の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24 [h] 乾燥を行った後、365 [°C] で15 [min] の間焼成して、触媒層311b、321bを形成している。さらに、反応ガスの下流域のそれぞれの電極膜基材312c、322cには、従来例の場合と同一内容のディスパージョン混合液を、0.03 [mm] の均一の厚さに付着させ、真空乾燥器によって24 [h] 乾燥を行った後、365 [°C] で15 [min] の間焼成して、触媒層311c、321cを形成している。そうして、触媒層311a、触媒層311b、触媒層311cとで触媒層311を形成し、触媒層321a、触媒層321b、触媒層321cとで触媒層321を形成している。

【0038】これ等の燃料電極膜31および酸化剤電極膜32とを、触媒層311と触媒層321との側でPE膜7を間に挟んだ挟持体を、120 [°C]、3.5 [MPa] の条件で、15 [min] の間加熱・加圧して両膜を接合し、燃料電池セル3を得ている。図3に示す実施例では前述の構成としたので、図1に示した実施例における構成の場合と比較して、両電極膜(燃料電極膜31等と酸化剤電極膜32等とを総称する場合には、このように言うことがある。)の触媒の担持量の関係で、反応ガスの入口部近傍から反応ガスの出口部近傍に到る間の発熱量の増大度が均等化されることになる。このため、酸化剤電極膜32の運転時温度の、酸化剤ガス5bの入口部近傍から酸化剤ガス5bの出口部近傍に到る間の変化を、しだいに高くすることが可能となる。これにより、酸化剤電極膜12から酸化剤ガス5bへの生成水の排出能を、出口部近傍を含み、酸化剤電極膜32のほぼ全面にわたって向上させることが可能になる。また、燃料電池セル2の両表面の反応ガス通流方向における電気化学反応度を一層均一化することが可能となる。

【0039】この実施例の項で今まで説明してきた実施

例 ～ による燃料電池セル、および従来例の燃料電池セルを用いた単位燃料電池装置のそれぞれについて、燃料電極膜および酸化剤電極膜が持つ温度分布の実測例をまとめて「表1」中に示す。なお、「表1」において、安定性の評価は、それぞれの単位燃料電池装置を24時


燃料電池セルの反応ガス流通方向の温度分布の実測例

間連続して運転し、それぞれの単位燃料電池装置が出力する電圧値の低下度が2 [%] 未満であったものは○とし、2 [%] 以上であったものは△としている。

【0040】

【表1】

【単位：℃】

温度の測定点		実施例①		実施例②		実施例③		従来例			
		場所	a側	b側	a側	b側	a側	b側	a側	b側	
燃料ガス側 (a側)		酸化剤ガス側 (b側)	①	69.1	69.1	69.2	69.0	69.2	69.3	69.0	69.2
			②	70.5	70.6	70.4	70.3	70.5	70.7	69.9	69.8
			③	71.9	72.0	72.2	72.2	72.1	72.4	71.2	70.8
			④	73.7	73.9	73.8	74.2	73.8	74.0	71.9	71.7
			⑤	75.2	75.5	75.7	75.6	75.5	75.8	72.3	72.2
			出力の安定性		○		○		○		△

【0041】「表1」において、反応ガスの入口部の温度（「表1」中の a, b）と反応ガスの出口部の温度（「表1」中の a, b）との温度差に着目すると、従来例での温度差が僅か約3 [%] であるのに対して、この発明による実施例 ～ の場合は、6～7 [%] 程度の温度差が得られている。またこれにより、反応ガスの出口部近傍を含む酸化剤電極膜12、32中には、生成水が多量に滞留されることが解消されることで、生成水が多量に滞留されることが主原因となって発生する出力電圧値の低下度が減少されていることが確認できる。

【0042】実施例における今までの説明では、燃料電池セル1～3が備える電極膜基材112、122、312、322は、反応ガスの流通する方向に複数に分割されるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、燃料電池セル1～3が備える燃料電極膜、酸化剤電極膜用の電極膜基材は一体のものであってもよく、電極膜基材上に形成される触媒層は、この一体の電極膜基材に反応ガスの流通する方向に厚さを変えて形成されてもよいものである。

【0043】

【発明の効果】この発明においては、固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを前述の構成とすることにより、反応ガスの入口部と出口部との間の温度差に着目すると、表1中に示したように、従来例の場合に対して2倍以上の温度差を得ることが可能となる。これにより、少なくとも酸化剤電極膜中に生成水が多量に滞留されて、酸化剤電極膜内で酸化剤ガスの拡散が阻害される

ことが解消されるので、燃料電池セルの出力電圧値の低下度が減少されとの効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図

【図2】この発明の一実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図

【図3】この発明のさらに異なる実施例による固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図

【図4】一般例の固体高分子電解質型燃料電池を示すその概念図

【図5】従来例の固体高分子電解質型燃料電池用の燃料電池セルを展開した状態で模式的に示した要部の側面断面図

【図6】図5に示した燃料電池セルを用いて構成された一般例の単位燃料電池装置を模式的に示した要部の側面断面図

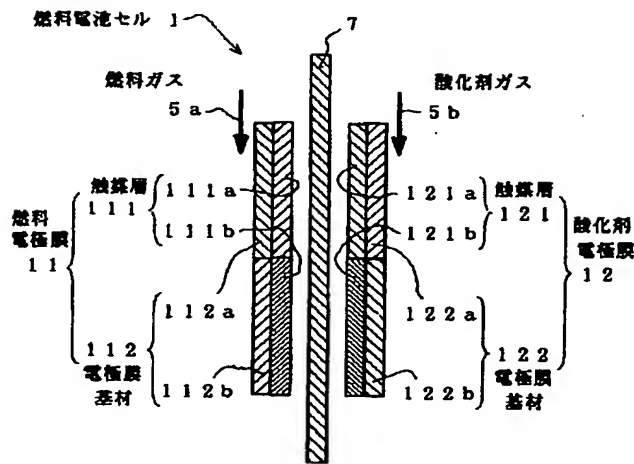
【符号の説明】

- 1 燃料電池セル
- 11 燃料電極膜
- 111 触媒層
- 112 電極膜基材
- 12 酸化剤電極膜
- 121 触媒層
- 122 電極膜基材

5 a 燃料ガス

13

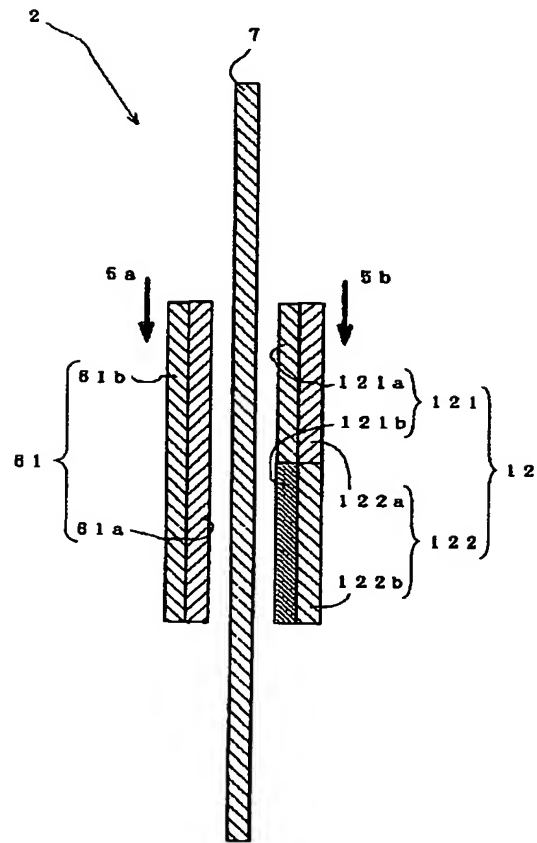
【図1】



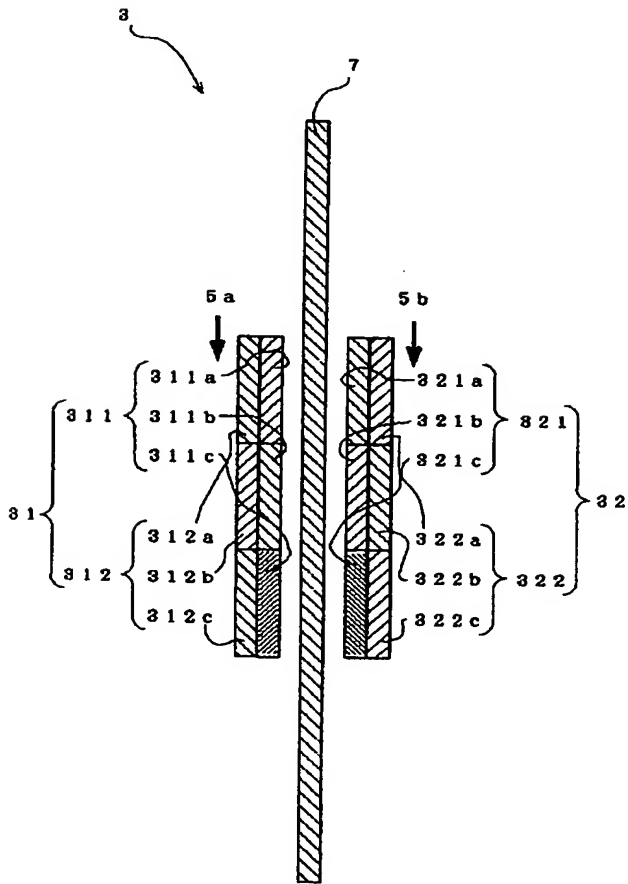
5 b 酸化剤ガス

14

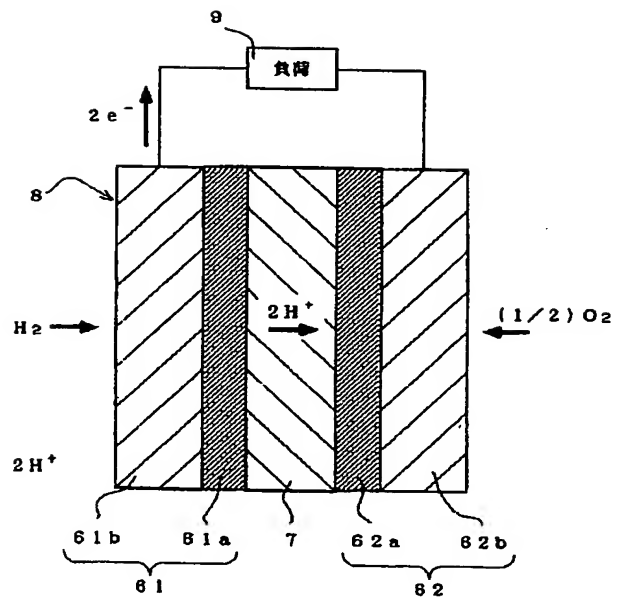
【図2】



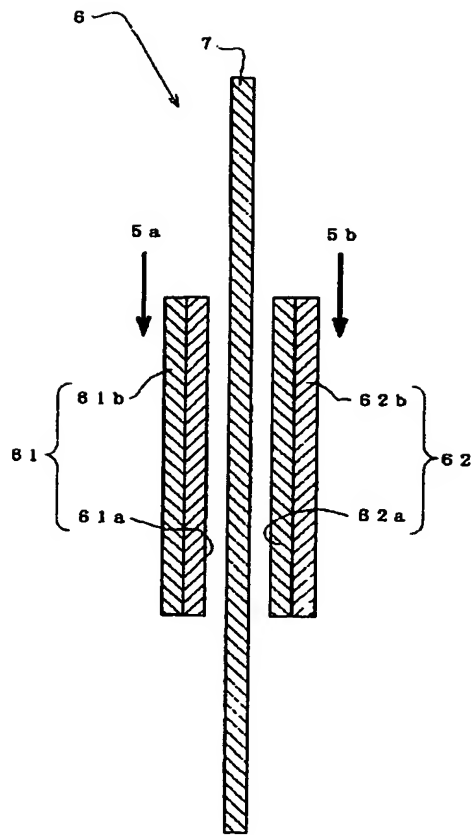
【図3】



【図4】



【図 5】



【図 6】

